

Fermentação

Catarina Moreira

Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa

CITAÇÃO

Moreira, C. (2015)
Fermentação,
Rev. Ciência Elem., V3(02):106.
doi.org/10.24927/rce2015.106

EDITOR

José Ferreira Gomes,
Universidade do Porto

RECEBIDO EM

20 de outubro de 2009

ACEITE EM

15 de setembro de 2010

PUBLICADO EM

15 de junho de 2015

COPYRIGHT

© Casa das Ciências 2015.
Este artigo é de acesso livre,
distribuído sob licença Creative
Commons com a designação
[CC-BY-NC-SA 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/), que permite
a utilização e a partilha para fins
não comerciais, desde que citado
o autor e a fonte original do artigo.

rce.casadasciencias.org



Processo de obtenção de energia através da oxidação de compostos orgânicos, como carboidratos, usando um aceitador final de eletrões endógeno à via catabólica, geralmente um composto orgânico que deriva do substrato inicial (por oposição à respiração onde o aceitador final de eletrões é externo). Embora não necessite de oxigénio, a fermentação não ocorre apenas em ambientes anaeróbios.

A fermentação é um processo relativamente simples e primitivo de obtenção de energia através da degradação de moléculas complexas de açúcares, comumente a glicose, em moléculas orgânicas mais simples como o ácido pirúvico, com produção de ATP através de reações de desidrogenação por ação enzimática. Os produtos orgânicos resultantes desta oxidação biológica incompleta servem de aceptadores finais de eletrões e prótons. Durante as reações de redução estes produtos orgânicos são libertados para o meio como resíduos metabólicos (geralmente álcoois ou ácidos).

Nos finais da década de 1850, Louis Pasteur, demonstrou experimentalmente a importância da fermentação no crescimento de microrganismos, e que cada tipo de fermentação podia ser definida pelo seu produto orgânico final (ácido láctico, etanol, ácido acético ou ácido butírico). Na maioria das fermentações microbianas a glicose é o substrato inicial, e o composto orgânico resultante é o piruvato ou outro resultado da acção enzimática no piruvato, como o acetaldeído. O acetaldeído pode ser reduzido pelo $\text{NADH} + \text{H}^+$ a etanol, que é posteriormente excretado pela célula – fermentação alcoólica. Se o produto final da fermentação for o ácido láctico então chama-se fermentação láctica.

A fermentação tem duas características importantes que a definem:

1. O $\text{NADH} + \text{H}^+$ formado é utilizado na reação fermentativa para reduzir o piruvato e consequentemente produzir NAD^+ . A presença de NAD^+ na célula permite a continuação da glicólise.
2. Ao permitir a continuidade da glicólise, permite também a produção de ATP, uma vez que o ATP produzido via redução do piruvato por si só não permitiria a manutenção celular.

Para compensar a taxa de produção de ATP inferior durante a fermentação quando comparado com a respiração aeróbia, as células aumentam a taxa de glicólise, mantendo assim a taxa de produção de ATP necessária ao metabolismo celular.

Fases da Fermentação:

Glicólise

Via metabólica comum a todos os seres vivos consiste na oxidação incompleta da glicose em piruvato e ocorre no citosol de eucariotas e procariotas. A glicólise ocorre na presença ou ausência de oxigénio. Consiste em 10 reações que convertem a molécula de glicose com 6 átomos de carbono (6C) em duas moléculas de piruvato com 3C, com produção de 2 ATPs e redução de 2 NAD⁺ em NADH + H⁺. A glicólise pode ser dividida em dois grupos de reações:

- fase de ativação, em que é fornecida energia da hidrólise do ATP à glicose para que se torne quimicamente ativa e se dê início à sua degradação;
- fase de rendimento, em que a oxidação dos compostos orgânicos permite aproveitar energia libertada para a produção de ATP.

As primeiras 5 reações são endoenergéticas, isto é, consomem energia.

1. O ATP transfere um grupo fosfato (P) para a glicose 6C, formando a glicose 6-P
2. A glicose 6-P sofre um rearranjo da molécula, originando o isómero frutose 6-P
3. Outro ATP transfere um P para frutose 6-P originando a frutose 1,6-P (ou frutose difosfato)
4. A molécula de frutose sofre rearranjo molecular (o anel benzeno abre) e a frutose 1,6-P origina duas moléculas diferentes de 3 carbonos – fosfato de diidroxiacetona e gliceraldeído 3P (ou ácido fosfoglicérico)
5. A fosfato de diidroxiacetona sofre um rearranjo estrutural e forma-se o seu isómero, o ácido fosfoglicérico

Resultado desta fase: 2 moléculas de ácido fosfoglicérico, 2 moléculas NADH + 2 H⁺

As seguintes 5 reações ocorrem em duplicado a partir das 2 moléculas de ácido fosfoglicérico

6. O ácido fosfoglicérico recebe um P cada e é oxidado, formando o 1,3 – bifosfoglicerato (conversão de um açúcar num ácido) e um NADH + H⁺ - é nesta reação de fosforilação do substrato com fosfato inorgânico paralelamente com a oxidação e redução do NAD que resulta um ganho energético para a célula
7. O 1,3 – bifosfoglicerato cede o grupo fosfato a 1 ADP, formando ATP e 3 – fosfoglicerato
8. O grupo fosfato muda de local ao nível molecular no 3 – fosfoglicerato formando 2 – fosfoglicerato
9. O 2 – fosfoglicerato perde uma molécula de H₂O, formando o fosfoenolpiruvato (PEP)
10. O PEP cede um P ao ADP, formando ATP e piruvato

Resultado desta fase: 2 moléculas de piruvato, 2 H₂O e 4 ATPs

Redução do Piruvato

Em condições de anaerobiose, a redução do piruvato, faz-se pela acção do NADH proveniente da glicólise. Na fermentação láctica o piruvato é reduzido formando ácido láctico, na fermentação alcoólica o piruvato é reduzido formando etanol e CO_2

Materiais relacionados disponíveis na Casa das Ciências:

1. Catabolismo, quais as fases do catabolismo?
2. Glicólise, como se dá a degradação da glicose na célula
3. ATP Sintase e os gradientes biológicos, como se faz o ATP na célula(!)